

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-223377

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 5 B 33/26

H 0 5 B 33/26

Z

33/14

33/14

A

33/22

33/22

Z

審査請求 未請求 請求項の数13 OL (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-19323

(71) 出願人 390009531

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月30日

インターナショナル・ビジネス・マシー  
ズ・コーポレイション

(31) 優先権主張番号 08/794072

INTERNATIONAL BUSIN  
ESS MACHINES CORPO  
RATION

(32) 優先日 1997年2月4日

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク (番地なし)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(72) 発明者 スプラティク・グハ

アメリカ合衆国10598、 ニューヨーク州  
ヨークタウン・ハイツ エマーソン・コート  
119

(74) 代理人 弁理士 坂口 博 (外1名)

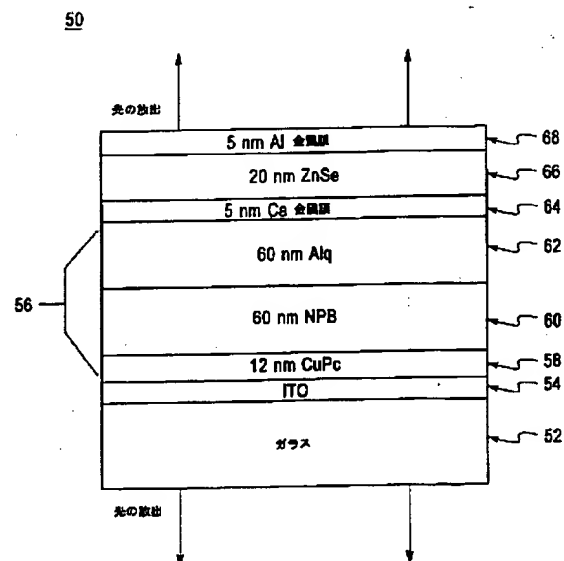
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード

(57) 【要約】

【課題】 透明カソード構造を有する有機発光ダイオードを提供すること。

【解決手段】 この構造は、有機発光ダイオードの電子トランスポート層62と直接に接触し広いバンドギャップ半導体の層66によって覆われた低い仕事関数の金属薄膜64を有する。カルシウムは、比較的高い光学エネルギー透過率を有し、また有機物に対して良好な電子注入接点を形成する能力があるので、金属薄膜64に適している。ZnSe、ZnS、またはこれらの合金は、放出光の方向に平行に良好な伝導率を有し、下層の低い仕事関数金属および有機膜を保護する能力があり、放出光に対して透明であるから、半導体層66に適している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板、アノード構造体、有機エレクトロルミネセンス領域、およびカソード構造体をこの順序で含む有機発光ダイオードであって、前記カソード構造体が、前記有機エレクトロルミネセンス領域と直接に接触し広いバンドギャップ半導体の保護層で覆われている薄い金属層を含む、発光ダイオード。

【請求項2】前記保護層の上に、非反応性金属層から成る追加の導電層を有する、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項3】前記非反応性金属層がアルミニウムである、請求項2に記載の発光ダイオード。

【請求項4】前記保護層の上に、透明導電物質から成る追加の導電層を有する、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項5】前記透明導電物質がインジウム錫酸化物である、請求項4に記載の発光ダイオード。

【請求項6】前記透明導電物質がアルミニウムをドーパした酸化亜鉛である、請求項4に記載の発光ダイオード。

【請求項7】前記カソード構造体の前記薄い金属層が低い仕事関数の金属である、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項8】前記低い仕事関数の金属がカルシウムである、請求項7に記載の発光ダイオード。

【請求項9】カソード構造の薄い金属層が、少なくとも1つの低い仕事関数金属を含む2つ以上の金属の合金である、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項10】前記合金がマグネシウムと銀の合金である、請求項9に記載の発光ダイオード。

【請求項11】前記広いバンドギャップ半導体が周期表の2族および6族の元素から構成される化合物である、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項12】前記広いバンドギャップ半導体が $ZnSe$ 、 $ZnS$ 、および $ZnS_xSe_{1-x}$ から構成されるグループから選択された半導体である、請求項11に記載の発光ダイオード。

【請求項13】有機エレクトロルミネセンス領域が少なくとも1つのエレクトロルミネセンス層および電子トランスポート層を積層した有機層から構成され、前記薄い金属層が前記電子トランスポート層と直接に接触している、請求項1に記載の発光ダイオード。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は一般的にはエレクトロルミネセンス・ダイオードに関する。さらに具体的には、本発明は有機発光ダイオードの透明カソード構造に関し、この構造は、透明基板上に形成されたとき、少なくとも部分的に透明なディスプレイを提供し、デバイス

および回路を含む不透明基板上に形成されたとき、カソード側から見ることでできるディスプレイを提供する。

## 【0002】

【従来の技術】従来技術では、有機発光ダイオード(OLED)はガラス基板上に形成され、その下部電極は透明な導体であるインジウム錫酸化物(ITO)であった。それらデバイスの上部電極は不透明であり、したがってエレクトロルミネセンス領域からの光はガラス側からのみ見ることができた。1つの例外は、V. Bulovicその他によって1996年のNature 380, 29で報告された構造である。その構造では、カソード金属が後続のITO付着の間に薄く形成され、部分的に透明にされる。

【0003】不透明基板上のOLED表示または透明基板上の透明OLED表示は、次の基準を満足させる上部電極構造を必要とする。すなわち、(1)LED発光に対して透明であること、(2)LED活性領域へ低い直列抵抗電流注入を提供すること、(3)これらのダイオードが自己発光表示を行うために二次元アレイへ形成されるとき、電極平面で十分に高い横方向導電率を提供すること、(4)下層として存在する化学的および物理的に繊細な有機膜に対して、その保護膜となること、および(5)電極を有機層の上に付着するとき、有機層/電極インタフェースの完全性が維持されるように、有機層を損傷しないで優しく付着できること、の5つである。OLEDのアノードとして多用される通常の透明電極物質であるインジウム錫酸化物は、上記要件の(1)から(4)までを満足させるが、典型的には酸素プラズマ環境で付着されるので、OLEDデバイス構造内の有機領域に損傷を与え、したがって(5)を満足させない。電極としてGaNを使用する場合も同様である。実際に、基準(5)が最も問題となる。なぜなら、現在、いくつかの透明導電物質が知られているが、ほとんどすべてがプラズマまたは高温処理を必要とし、これは必然的に有機発光物質に損傷を与えるからである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】製造するのに都合がよく、上記の要件のすべてを満足させる透明カソード構造が必要とされている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、透明または不透明の基板上に形成された透明カソードを有する有機発光ダイオード(OLED)を提供する。このカソードは、低い仕事関数の金属(たとえばカルシウム)の薄膜を、広いバンドギャップ半導体(たとえば $ZnSe$ )で覆ったものから構成される。2つの構成要素は、有機膜の付着に使用される同じシステムの中で、化学的または物理的に有機膜を損傷することなく、熱蒸着することができる。広いバンドギャップ半導体は、続いて他の物質(たとえば、横方向伝導率を増加するために付加するこ

とができるITO)を付着させる間に、有機膜および低い仕事関数(および反応性)金属膜の双方を保護する。薄い金属膜は、電子注入効率を決定し、ZnSeが有機エレクトロルミネセンス層へ拡散するのを防止する。

【0006】

【発明の実施の形態】従来技術によるOLED10の構造の例が図1に示される。基板12はガラスであり、ITO膜14はガラス上に直接に付着され、アノードを形成するためにパターン化される。効率的動作のためには、通常、有機領域はいくつかの層から構成されるが、それらは図1で正孔注入層16、正孔トランスポート層18、およびエレクトロルミネセンス(EL)層20として示される。エレクトロルミネセンス(EL)層20は電子トランスポート層でもある。エレクトロルミネセンス(EL)層20は金属キレート・トリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム(ときには、AlqまたはAlq3と短縮される)であり、正孔トランスポート層は芳香族ジアミンである。金属合金MgAgはカソード22を形成するために有機層の最上部に付着される。カソード22は約10nmよりも大きい厚さのために不透明である。カソードを湿気から保護する場合に使用される気密シールは示されていない。

【0007】図1の構造内のエレクトロルミネセンス(EL)層は、分子として熱蒸着することができるので、分子有機化合物として知られる有機物のクラスのメンバーである。重合体はエレクトロルミネセンスを呈示する有機物の他のクラスを形成し、通常、スピン・コーティングによって付着される。さらに、通常、重合体OLEDはITOアノードを使用するガラス基板上に形成されて不透明カソード(通常、カルシウムのような低い仕事関数金属)を有するので、光はガラス側からのみ放出される。さらに、重合体OLEDは、動作効率を改善するために複数の重合体層を使用することができる。

【0008】本発明の基本は透明カソード40を有するOLEDである。透明カソード40は図2の構造中に示されている。従来技術におけるように、OLEDがITOアノード34と共にガラス基板32上に形成される場合、光は両側の面から放出され、OLEDは少なくとも部分的に透明である。そのようなOLEDのアレイから構成されたディスプレイを見る者は、そのディスプレイ上に表示されたイメージに視点を合わせるか、ディスプレイを通過した先のシーンを見ることもできる。他方、不透明基板(たとえばシリコン)上に形成され、透明カソードを有するOLEDを使用するディスプレイは、カソード側から放出される光によって見ることができる。OLEDディスプレイをシリコン上に形成することは有利である。なぜなら、シリコン上にOLEDを付着させる前に、デバイスおよび回路をシリコン中に形成することができ、これらのデバイスおよび回路は、集積された駆動器と共に能動型マトリクス・ディスプレイを

形成するのに使用できるからである。

【0009】図3は、Ca/ZnSeカソードをもった、本発明のOLEDデバイス50の断面を示す。ITOアノード54はガラス基板52上に付着されている。有機積層体56は3つの有機膜から構成され、これらのすべては熱蒸着される。すなわち、12nmの銅フタロシアニン(CuPc)58、60nmのジアミンNPB(4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]-ビフェニル)60、および60nmのAlq62である。薄い(5nm)カルシウム膜64およびZnSe膜66(20nm)は、有機積層体56と同じチャンバ内で熱蒸着される。このデバイスでは、電源への接点となるITOパッド(図示されていない)へカソード構造を接続するために、同様に熱蒸着される薄い非反応性金属層、この例では厚さ5nmのAl膜68が使用されている。

【0010】これまで説明してきたように、図3に示される断面を有する、本発明に従ったOLEDから出る光は、アノードおよびカソードの双方が透明であるから、最上部および最下部の双方から(すなわち、ダイオードの両面から)放出される。

【0011】図4は、ダイオードに印加される電圧が増加するときの、電流対電圧特性を示す。3つの異なったダイオードについてデータが示されているが、ダイオードの1つは高い漏れ電流を有する。これらの特性は、直列抵抗および高レベル注入による空間電荷効果によって、高い順方向バイアスで飽和する傾向がある。

【0012】Ca/ZnSe積層体は、透明性、低い直列抵抗の垂直方向伝導、保護膜の形成、および損傷を起こさない付着処理の要件を満足させ、望ましいカソード電極を提供することが分かった。以下に、これらの要件を個々に検討する。

【0013】(1)LED発光に対する透明性。一般的に、周期表の2族および6族の元素から構成される化合物の広いバンドギャップ半導体は、本発明に従ったOLEDで使用するのに適している。特に、ZnSeは2.7eVのバンドギャップを有し、約460nmまでの放出波長に対して透明性をもつ。したがって、厚さ10~20nmの純粋ZnSeは、透明性に関しては赤、緑、および青のLEDに十分である。バンドギャップを2.7~3.7eVで変えることができる系ZnS<sub>x</sub>Se<sub>1-x</sub>は、青紫または紫外のLEDに使用できる。

【0014】(2)損傷を生じない付着処理。OLEDで使用されるような有機物質は、物理的および化学的損傷に関してガス・プラズマおよび放電に対して特に敏感である。そのために、前述したようにITOまたはGaInを有機表面へ直接に付着することができない。これら物質のプラズマ付着は、電気ショートを生じたりダーク・スポット(光が放出されないOLED内の領域)を形成する可能性がある。他方、CaおよびZn

Seの双方は、高真空チャンバ内で熱蒸着によって付着させることができる。ガス・プラズマは必要でなく、したがって付着が生じる有機表面に対して処理は優しいものとなり、損傷のない有機物/電極インタフェースが維持される。典型的には、ZnSeを十分に蒸発させるためには、約750~800°Cまで加熱する必要がある、蒸発源がAlq基板から適当に離される場合、輻射による基板の加熱は無視することができる。Alqの熱損傷を避けるためには、室温でZnSeを基板へ付着する必要がある。これにより、柱状微細組織のZnSe膜が形成される。もし必要であれば、熱蒸発されたZnCl<sub>2</sub>を使用してZnSeをClでドーピングすることができる。この場合、ZnCl<sub>2</sub>は約220°Cへ加熱される。このようにして、ZnSe（一般的には、広いバンドギャップ半導体合金ZnS<sub>x</sub>Se<sub>1-x</sub>）は、OLEDのAlqまたはAlq/Ca表面へ損傷を与えずに付着させることができ、したがって処理は優しいものとなる。

【0015】(3) 平行および垂直方向の高伝導率の達成。

低温付着膜の場合と同じように、ZnSeを室温で付着させることにより、柱状結晶粒が膜面に対して垂直な多結晶微細組織が形成されることが予想される。室温で付着されたZnSeは、4ポイント・プローブで測定したところでは、薄膜面に平行して非常に高い抵抗率(>1000Ω・cm)を有することが分かった。他方、この膜は膜面に垂直な方向(柱状結晶粒に平行な方向)に伝導性がある。この事実を確認するために、ZnCl<sub>2</sub>でドーピングした200nmのZnSe膜を、200nmのAl膜で被覆したSi基板上に成長させた。ZnSe膜が付着された後、ドットの大きさが0.5mmで厚さが200nmのAlが付着され、ZnSe膜の抵抗が測定された。その結果、OLED構造の一部として有機積層体の上に成長した、より薄い膜の直列抵抗は無視されることが分かった。有機積層体の上部の5nmのCa上に20nmのZnSe膜が成長したとき、ZnSeの横方向の導電率が低いために、発光はほとんど観測されなかった。ZnSe/Ca積層体の上部に5nmの半透明Al膜が付着されたとき、Alの横方向の高い導電率と、ZnSeの垂直方向の高い導電率とが結合して、ダイオードは3Vを印加しただけで鮮明な発光を開始した。この結果は、これまでZnOのような他の物質に認められた特別の異方性導電率がZnSe膜に存在することを示す。

【0016】多結晶微細組織の場合、物質によって生じる抵抗は2つの成分から構成される。すなわち、(i)粒界に起因する抵抗( $R_{gb}$ )と、(ii)バルク膜に起因する抵抗( $R_{bulk}$ )である。半導体の場合、粒界が非常に不揃いであるから、キャリアの移動が非常に低く、したがって、典型的に $R_{gb}$ は $R_{bulk}$ よりもはるかに大き

い。柱状結晶が薄膜面に垂直な柱状微細組織の場合(典型的には、多結晶薄膜が付着された場合のように)、表面に平行な伝導を考慮すると、その伝導は結晶粒を横切って起こるから(図5を参照)、正味抵抗 $R = R_{bulk} + R_{gb}$ である。典型的には、粒界を横切る抵抗は非常に高くなる可能性があるため、この方向では導電率は非常に低い。他方、伝導が表面と直角である場合(図6に示されるように、ZnSe柱状結晶に平行な方向である場合)、正味抵抗 $R = R_{bulk} R_{gb} / (R_{bulk} + R_{gb})$ である。 $R_{bulk} \ll R_{gb}$ であるとき、正味抵抗 $R$ は $R_{bulk}$ とほぼ等しくなり、この方向では低抵抗の経路となる。これが本例の場合であると思われる。したがって、垂直方向の低抵抗率によって、ZnSeは直列抵抗が小さい良好な垂直方向電流インジェクタとなるが、同時に機械的および化学的に損傷を受けないZnSe/OLEDインタフェースが維持される。さらに、ZnSeの伝導帯とAlqの最も低い非占有分子軌道(LUMO)がほとんど揃った状態になり、障壁の無い注入がZnSeからAlqへ行われる。さらに、ZnSeからAlqへの電子の注入は、多目的に働く5nmのCa層によって支援される。カルシウムは拡散障壁として働き、付着したZnSeが多孔性のAlqへ拡散するのを防止する。さらに、それは接合層として働く。なぜなら、その反応性に富む性質は、1つの表面でAlqと強力に反応し、他の表面ではZnSe膜と強力に反応するからである。さらに、Caの低い(2.9eV)仕事関数は、ZnSeからAlq層への電子注入を高める。

【0017】10~20nmのZnSeの付着に続き、半透明を確保するのに十分な薄さの金属層または厚いITO層を付着させて、ダイオードを横切って横方向の導電率を与えることができる。後者の場合が図7に示される。このような積層構造は平行および垂直方向の導電率を与える。ZnSeが存在して保護機能を果たすので、金属またはITOが付着される間、下部にある有機物の損傷が防止される。

【0018】(4) 保護膜の形成

ZnSe膜は2つの点で保護機能を果たす。第一に、それは後続の金属またはITOの付着の間にプラズマ損傷から下部の有機層を保護する。ZnSeの10~20nmの厚さはその目的に十分である。第二に、前述した方法によるZnSeの付着は、均一で非多孔性の層を生じる。したがって、それは外界からの汚染物質に対して良好な障壁となる。有機物は湿気に敏感であるから、そのような障壁は非常に望ましいものである。

【0019】図8は本発明のOLED70の一般的構造を要約したもので、透明または不透明の基板72、高い仕事関数のアノード74、1つまたは複数の層から構成される有機エレクトロルミネセンス領域76、薄いCa金属膜およびZnSe、ZnS、またはこれらの合金の層から構成される透明なカソード78、および最上部の

導電性ITO層またはAl層80が示される。導電層80として、アルミニウムをドーブした酸化亜鉛層を使用することもできる。また、アノードとしては、ITOに加えて、ニッケル、白金またはパラジウムを使用することもできる。また、Ca膜に替えてMgAg膜を使用することもできる。

【0020】表示デバイスは、モノリシック基板上に多くの同じようなOLEDを二次元アレイへ配列し、各ダイオードからの発光を制御する手段を取り付けることによって形成される。一般的には、イメージは一時に1ラインずつ形成される。たとえば、図9の受動型マトリクス法では、選択された行線90は正の電圧 $V_r$ へ上げられ、選択されない行線92のすべては接地されたままに保たれる。電圧 $V_{ci}$ が各列線94、96へ印加される。ここで、 $i$ は列線のインデックスで、1から列線の最大数まで変化する。選択された行線90に沿ったOLED98、100上の順方向バイアスは $V_r - V_{ci}$ となり、この電圧は発光量を決定する。他のOLED102、104のすべては逆方向バイアスとなり発光しない。

【0021】図9に示されたアレイでは、OLEDは、その行線がアクセスされたときのみ発光し、情報内容が濃い表示ではフリッカを生じる可能性がある。そのようなフリッカは図10に示されるアレイ（能動型マトリクス法）によって除くことができる。図10では、各交差点に回路106が設けられる。回路106は、列線の電圧をサンプルし、他の行線がアクセスされる間それを保持するために使用される。この場合、すべてのダイオードは共通のカソードを共用する。これらの回路は小さくて高速でなければならぬので、それらを単結晶シリコン中に組み込むのが好都合である。この第二のアレイでは、基板が不透明であり、イメージを見るためには透明カソードが必要である。

【0022】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

(1) 基板、アノード構造体、有機エレクトロルミネセンス領域、およびカソード構造体をこの順序で含む有機発光ダイオードであって、前記カソード構造体が、前記有機エレクトロルミネセンス領域と直接に接触し広いバンドギャップ半導体の保護層で覆われている薄い金属層を含む、発光ダイオード。

(2) 前記保護層の上に、非反応性金属層から成る追加の導電層を有する、上記(1)に記載の発光ダイオード。

(3) 前記非反応性金属層がアルミニウムである、上記(2)に記載の発光ダイオード。

(4) 前記保護層の上に、透明導電物質から成る追加の導電層を有する、上記(1)に記載の発光ダイオード。

(5) 前記透明導電物質がインジウム錫酸化物である、上記(4)に記載の発光ダイオード。

(6) 前記透明導電物質がアルミニウムをドーブした酸化亜鉛である、上記(4)に記載の発光ダイオード。

(7) 前記カソード構造体の前記薄い金属層が低い仕事関数の金属である、上記(1)に記載の発光ダイオード。

(8) 前記低い仕事関数の金属がカルシウムである、上記(7)に記載の発光ダイオード。

(9) カソード構造の薄い金属層が、少なくとも1つの低い仕事関数金属を含む2つ以上の金属の合金である、上記(1)に記載の発光ダイオード。

(10) 前記合金がマグネシウムと銀の合金である、上記(9)に記載の発光ダイオード。

(11) 前記広いバンドギャップ半導体が周期表の2族および6族の元素から構成される化合物である、上記(1)に記載の発光ダイオード。

(12) 前記広いバンドギャップ半導体が $ZnSe$ 、 $ZnS$ 、および $ZnS_xSe_{1-x}$ から構成されるグループから選択された半導体である、上記(11)に記載の発光ダイオード。

(13) 有機エレクトロルミネセンス領域が少なくとも1つのエレクトロルミネセンス層および電子トランスポート層を積層した有機層から構成され、前記薄い金属層が前記電子トランスポート層と直接に接触している、上記(1)に記載の発光ダイオード。

【図面の簡単な説明】

【図1】ガラス基板上に形成された先行技術のOLED構造であって、最上部に不透明の金属カソードがあり、光がガラス側からのみ放出されるものを示す図である。

【図2】本発明に従ったOLED構造であって、透明（または不透明）カソードを備えたものを示す図である。

【図3】本発明に従ったOLEDデバイスであって、Ca/ $ZnSe$ カソードおよび部分的に透明な薄いアルミニウム最上部層を備えたものを示す図である。

【図4】図3に示された構造を有する3つの異なったダイオードの電気特性を示すグラフである。

【図5】柱状多結晶微細組織の膜に沿った電気伝導を示す図である。

【図6】柱状多結晶微細組織の膜厚方向の電気伝導を示す図

【図7】ITO/ $ZnSe$ 積層における横方向および直角方向の高い電気伝導を示す図である。

【図8】本発明に従ったOLED構造を示す図である。

【図9】イメージを表示するOLEDアレイの、行線と列線との交差点にOLEDを有する受動型マトリクスを示す図である。

【図10】イメージを表示するOLEDアレイの、行線と列線との交差点に電流制御回路を有する能動型マトリクスを示す図である。

【符号の説明】

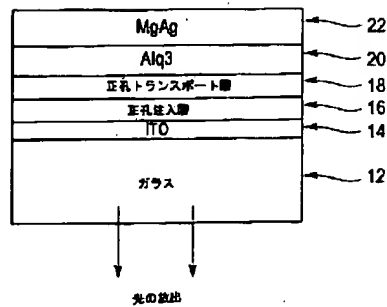
|    |                  |
|----|------------------|
| 10 | OLED             |
| 12 | 基板               |
| 14 | ITO膜             |
| 16 | 正孔注入層            |
| 18 | 正孔トランスポート層       |
| 20 | エレクトロルミネセンス(EL)層 |
| 22 | カソード             |
| 32 | ガラス基板            |
| 34 | ITOアノード          |
| 40 | 透明カソード           |
| 50 | OLEDデバイス         |
| 52 | ガラス基板            |
| 54 | ITOアノード          |
| 56 | 有機積層             |
| 58 | 銅フタロシアニン(CuPc)   |
| 60 | ジアミンNPB          |
| 62 | Alq              |
| 64 | カルシウム膜           |

|     |                 |
|-----|-----------------|
| 66  | ZnSe膜           |
| 68  | Al膜             |
| 70  | OLED            |
| 72  | 基板              |
| 74  | アノード            |
| 76  | 有機エレクトロルミネセンス領域 |
| 78  | 透明カソード          |
| 80  | ITO層            |
| 90  | 行線              |
| 92  | 行線              |
| 94  | 列線              |
| 96  | 列線              |
| 98  | OLED            |
| 100 | OLED            |
| 102 | OLED            |
| 104 | OLED            |
| 106 | 回路              |

【図1】

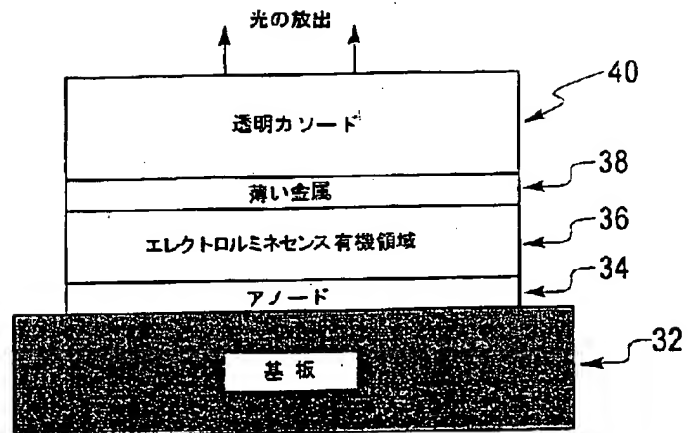
10

従来技術

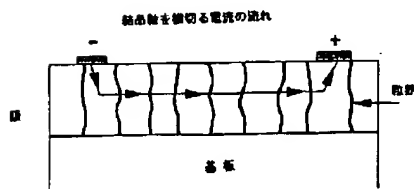


【図2】

30



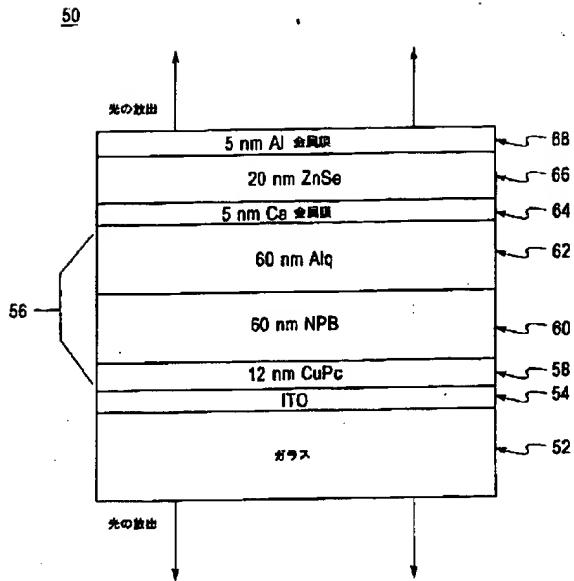
【図5】



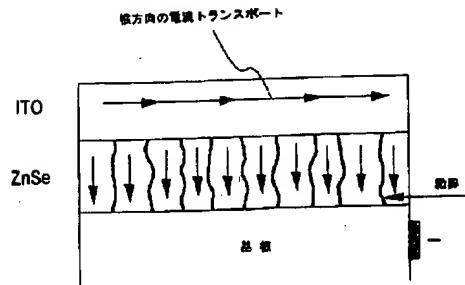
【図6】



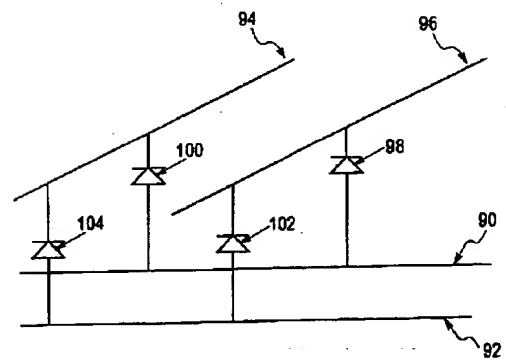
【図3】



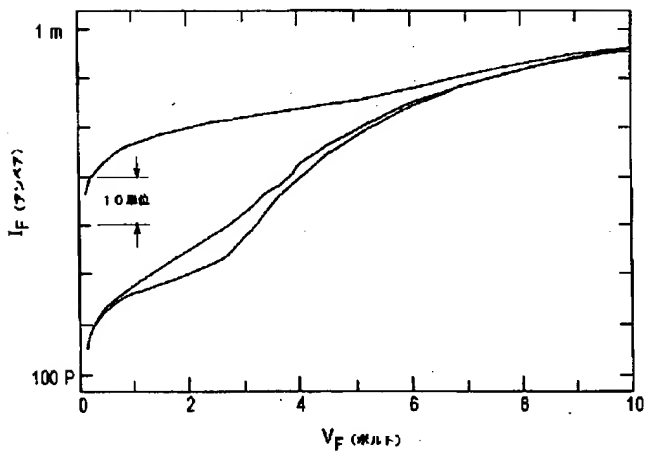
【図7】



【図9】

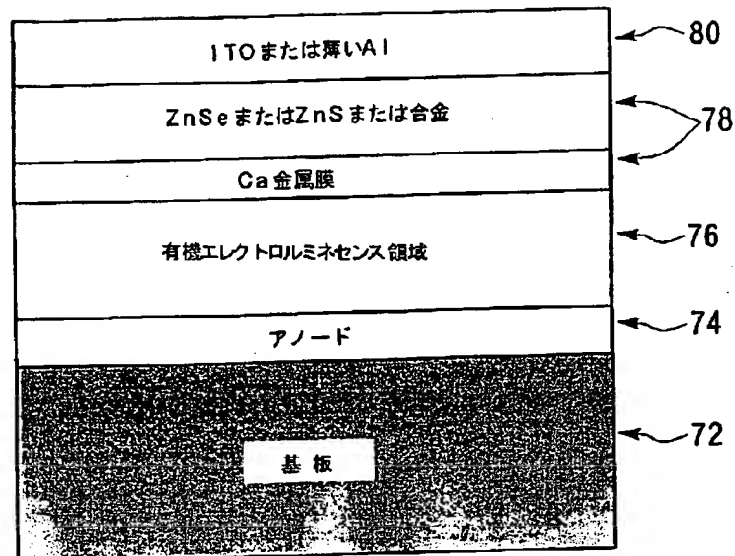


【図4】

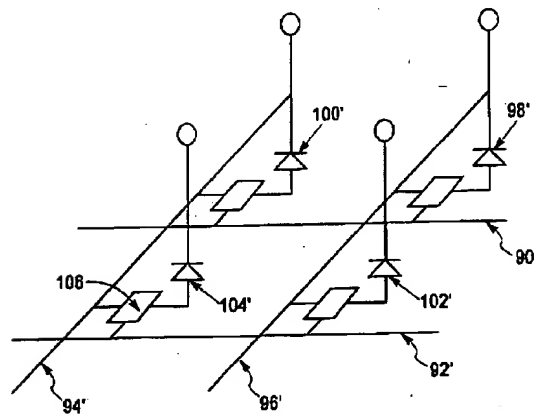




【図8】

70

【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 リチャード・アラン・ハイト  
 アメリカ合衆国10541、 ニューヨーク州  
 マホバック ウッドランド・ロード 509

(72)発明者 ジョセフ・エム・カラスィンスキ  
 アメリカ合衆国10598、 ニューヨーク州  
 ヨークタウン・ハイツ セントラル・スト  
 リート 1660

(72)発明者 ロナルド・アール・トロウトマン  
アメリカ合衆国06877、 コネティカット  
州リッジフィールド ディア・ヒル・ドラ  
イブ 38